Saturniid tooth の形態とその機能について

宮 田 保
神奈川県小田原市早川2—13—5

Studies on the form and function of the Saturniid tooth (Lepidoptera: Saturniidae)

TAMOTSU MIYATA

はじめに

アメリカ産ヤママユが科（Saturniidae）のオナガミズアオ *Actias luna* をはじめ，数種類のヤママユガには，前翅基部の 1Ax.（first axillary sclerite）上に特殊な歯状突起が存在する．この突起は Saturniid tooth とよばれ，成虫が羽化する際に役立っているのではないかと推察されているが（Sarplin, 1964），その機能についてはこれまで実証されていない．

筆者は日本および台湾産のヤママユが科の16種について，歯状突起の存在とその発達の様子を調査し，形態上の種の類縁性について考察した．一方，日本産オナガミズアオ *Actias selene gnoma* を材料にして，成虫の羽化機構を観察し，歯状突起の役割りについて明らかにすることができた．

以上の結果について報告をする．

材料および方法

歯状突起の形態の観察には雄成虫を材料にして，いずれの種類も10個体以上のプレパラートを作成した．具体的には前翅基部を切りとり，10％の KOH に24時間以上浸して完全に肉質を取り除いた後，骨格片をアルコールで脱水し，キシロールで clear してバルサムに封じた．検鏡は20—30倍の双眼実体顕微鏡の下で行なった．

成虫の羽化機構の観察には，1973年6月に神奈川県内で採集したオナガミズアオ *Actias selene gnoma* の，雌成虫の産下した卵より飼育によって得られた蛹を用いた．その場合，蛹体に人為的操作を全く加えない個体群のほかに，蛹の頭胸部正中線および羽クチクラと触角との接合部を紙テープで目張りした個体群についても観察を行なった．

結 果

1. オナガミズアオの成虫の羽化機構

a）歯状突起の形成（figs. 2, 3）

オナガミズオの歯状突起の形成は，蛹殻内の成虫態形成が進んだ段階で行なわれる．不休眠蛹では蛹化後2—3日，休眠蛹では休眠覚醒後約7日を経て完成する．この時期になると，蛹殻の前胸部に瘤状隆起が発達してくる．被蛹内の前翅は脛に密着し，基部の骨格片は shoulder を構成する．すなわち 1Ax. は，2Ax.（second axillary sclerite）を支軸にして横に張り出し，1Ax. の後角の先端に位置する歯状突起は，さらに突き出してその末端は蛹殻内のへこみ（外側からは瘤状隆起として認められる）に収まる．

b）成虫の羽化と歯の役割り（figs. 4, 5）

オナガミズアオの成虫の羽化は，不休眠蛹では 25°C の恒温の状態で蛹化後14±3日を経て行なわれる．翅およ

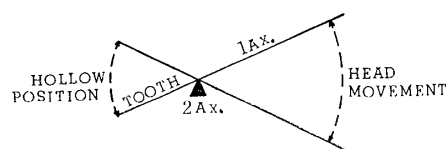
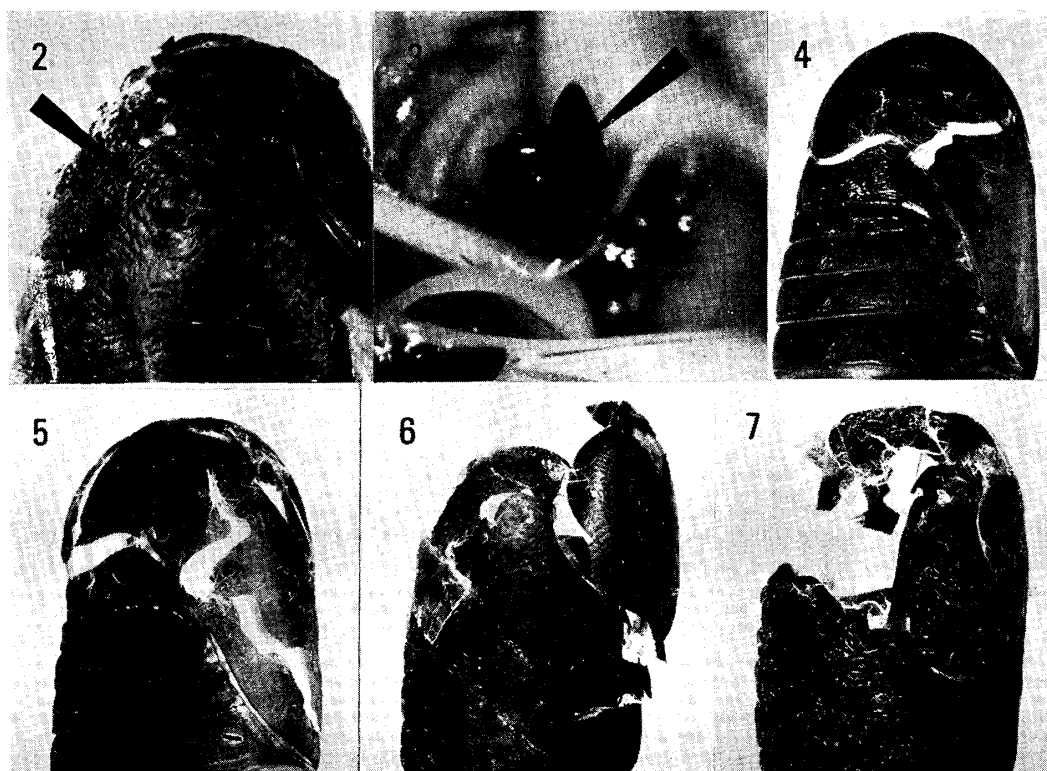



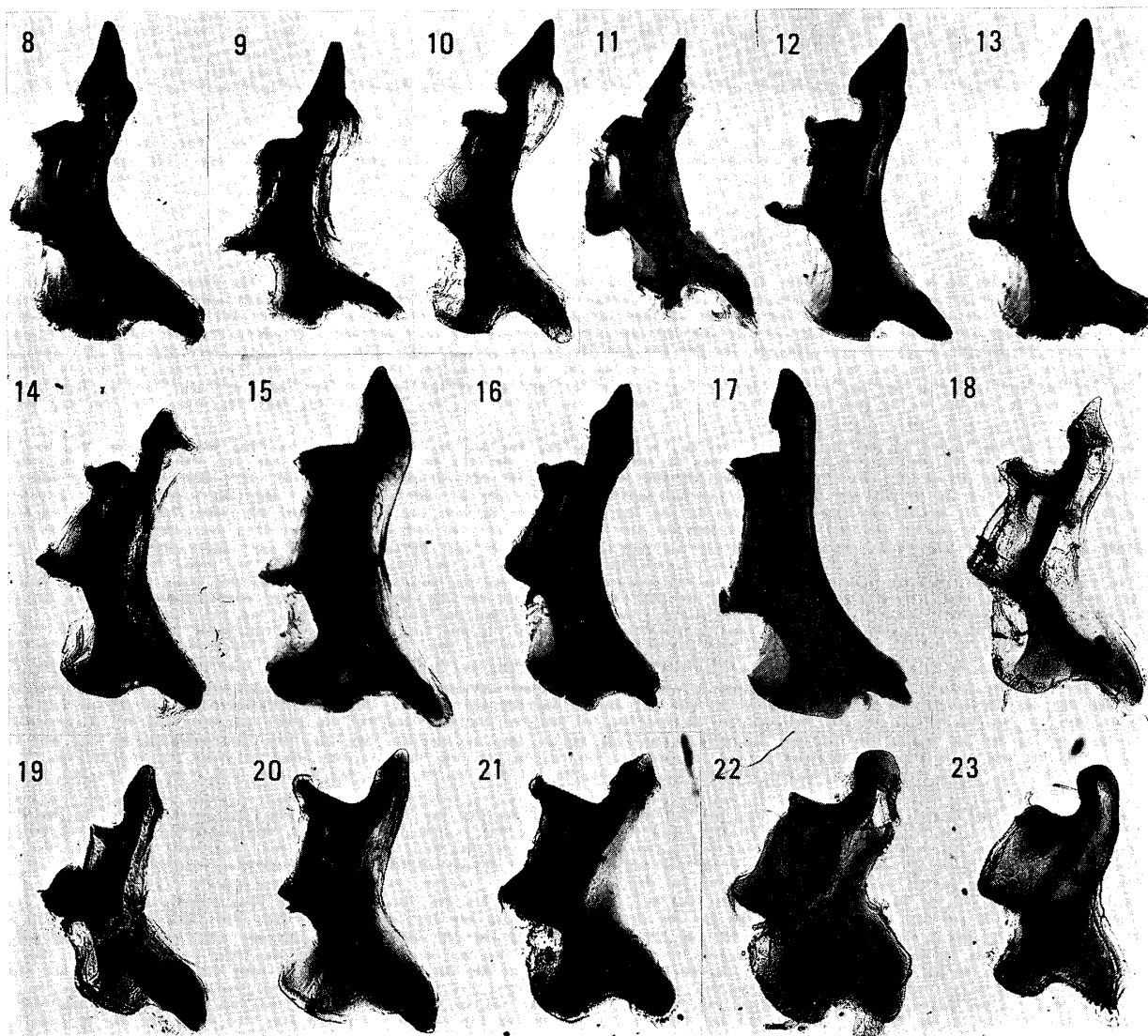
Fig. 1. A handspike movement causing the head to be lifted and lowered. 1Ax.=first axillary sclerite; 2Ax.=second axillary sclerite.

び胴部の蛹殻からのはく離につづいて，翅を動かす筋肉(dorsolongitudinal muscles)の伸縮によって shoulder は上下運動をくり返す．その結果，成虫の頭部は前方に移動し，蛹殻に打ち当たる．その際，歯状突起の末端部は蛹殻のへこみに引っ掛かり，鉤(hook)となって 1Ax. の挺子運動を助ける．成虫の頭部による shooting によって，蛹殻の後頭部（頭頂，前胸，中胸）は正中線に沿って開裂し，羽クチクラは横にひび割れを生ずる．一方，蛹殻よりはく離した胸脚は，蛹の頭部前面を押圧し，その結果触角や胸脚が接する羽クチクラの接合部は，引き裂かれて前頭部（頭楯，小腮，前脚，中脚，触角など）は離脱する．この状態になると，成虫の脱出は容易に行なわれるようになる．

Figs. 2—7. *Actias selene gnoma* Butler, Saturniid pupae: (2) a pupa to show knob (marked with an arrow); (3) a tooth(marked with an arrow) of left fore wing base; (4) adult emergence, pupal skin opened by bumping of head; (5) pupal skin tore up by the tooth into pieces; (6—7) pupal skin damaged by the tooth.

c）目張りされた蛹からの成虫の羽化（figs. 6, 7）

蛹殻の接合部を目張りされた蛹は，成虫の羽化に際してクチクラの開裂が不可能となり，脱出は容易に行なわれない．その結果，歯状突起による蛹殻の破壊がおこる．すなわち，脱出が困難になった成虫は，側頭部のへこみの周囲の蛹殻を歯状突起によって無秩序に引き裂いて破壊する．それによって側頭や羽のクチクラは完全に紛砕され，目張りに使用したテープもはずれて，成虫は容易に脱出することができるようになる．

2. ヤママユガ類の歯状突起の形状（figs. 8～23, 24）

ヤママユガ類の歯状突起は 1Ax. 上に存在し，2Ax. が接する位置より前方に突き出す．その発達の程度は種や♂属によってかなり異なっている．*Actias* はいずれの種類もよく発達し，鉤爪状に鋭く硬化しているが，とくにオナガミズアオ *A. selene* とオオミズアオ *A. artemis* では顕著に認められる．同様に，ヤママユガ *Antheraea yamamai*，ヨナクニサン *Attacus atlas*，シンジュサン *Philosamia cynthia pryeri* なども鉤爪状によく発達している．クスサン *Dictyoploca japonica*，ヒメヤママユガ *Caligula boisduvalii* では，歯状突起の先端は鋭く尖らず硬化しない．ハグルマ

Figs. 8—23. First axillary sclerite of right fore wing to show tooth: (8) *Actias selene gnoma* Bulter (Honshu); (9) *A. s. tomariactias* Bryk (Hokkadio); (10) *A.s. ningpoana* Felder (Formosa); (11) *A. neidhoefei* Ong et Yu (Formosa); (12) *A. artemis aliena* Butler (Honshu); (13) *A. a. artemis* Bremer et Grey (Hokkaido); (14) *A. heterogyna* Mell (Formosa); (15) *Attacus atlas* Linnaeus (Formosa); (16) *Philosamia cynthia pryeri* Butler (Honshu); (17) *Antheraea yamamai* Guérin-Menéville (Honshu); (18) *Loepa katinka formosensis* Mell (Formosa); (19) *Caligula boisduvalii jonasii* Butler (Honshu);; (20) *Dictyoploca japonica* Moore (Honshu); (21) *Rhodinia jankowskii hattoriae* Oberthür (Honshu); (22) *R. fugax fugax* Butler (Honshu); (23) *Aglia tau microtau* Inoue (Honshu).

ヤママユ *Loepa katinka* も同様に短小で硬化しないが，先端は鋭く尖ることで前2種とはやや趣を異にしている．クロウスタビガ *Rhodinia jankowskkii* では，歯状突起はきわめて小さく，ウスタビガ *Rhodinia fugax* とエゾヨツメ *Aglia tau microtau* では，歯状突起は存在せず，1Ax. の末端は丸みをおびて張り出しているに過ぎない．

それぞれの種類の歯状突起や張り出しの様子を，実測値によって 1Ax. の長さと比較してみると， fig. 24 のようである．両者間には相対的関係が認められ，1Ax. が長いほど歯状突起は長く，反対に，1Ax. が短かいほど歯状突起の発達はわるく，短かくなる傾向を示している．

考　　察

前翅基部の 1Ax. は 2Ax. を支軸にして，飛翔の際の翅を動かす主軸となるが，1Ax. の基部すなわち，median

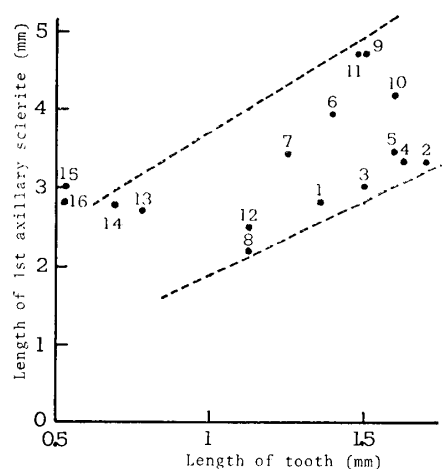



Fig. 24. The relationship between the length of the first axillary sclertie and the length of the tooth: 1, *Actias neidhoeferi* Ong et Yu; 2, *A. selene gnoma* Butler; 3, *A. s. tomariactias* Bryk; 4, *A. artemis aliena* Butler; 5, *A. a. artemis* Bremer et Grey; 6, *A. selene ningpoana* Felder; 7, *A. heterogyna* Mell; 8, *Caligula boisduvalii jonasii* Butler; 9, *Attacus atlas* Linnaeus; 10, *Philosamia cynthia pryeri* Butler; 11, *Antheraea yamamai* Guérin-Menéville; 12, *Loepa katinka formosensis* Mell; 13, *Dictyoploca japonica* Moore; 14, *Rhodinia jankowskii hattoriae* Oberthür; 15, *R. fugax fugax* Butler; 16, *Aglia tau microtau* Inoue.

notal wing process との付着点より 2Ax. の付着点に至る長さが大になればなるほど，前翅を動かすに必要な力は少なくて済む．一般に鱗翅目の進化したグループでは，1Ax. は長くなる傾向が認められているが（Sharplin, 1963），今回の調査の結果をみても，ヤママユが科の 1Ax. はよく発達していて，鱗翅目の中ではすこぶる進化した部類に入ることとは明らかである．

前述のように，1Ax. に付随する歯状突起の形状は，種や属間でかなりの相違がみられるが，これを発達の程度によって区分すれば次の 3 群に整理することができる．（1） 歯状突起は鋭く鉤爪状によく発達し，著しく硬化する：*Actias*, *Philosamia*, *Antheraea*, *Attacus*.（2） 歯状突起は鉤爪状であるがあまり発達せず，硬化しない：*Dictyoploca*, *Loepa*, *Caligula*, *Rhodinia jankowskii*.（3） 歯状突起はなく，1Ax. の先端は丸みを帯びる：*Rhodinia fugax*, *Aglia tau*.

これまで歯状突起の存在は *Actias luna* L., *Telea polyphemus* Cram., *Samia walkeri* F. et F., *Rhothschildia orizaba* West., *Platysamia columbia* Sm., *Callosamia* sp. など，新大陸のヤママユが類でよく知られているが（Sharplin, 1964），日本や台湾などのアジアに分布するヤママユが類にも広く認められたことは，このような歯状突起がヤママユが科にかなり普遍的に存在する特徴であることを示唆している．

歯状突起の機能については，成虫の羽化時にきわめて有効に働らくことが明らかとなったが，蛹クチクラの開裂の機構は，あたかも吊り輪を使った懸垂運動に似ている．すなわち 1Ax. は腕に相当し，2Ax. の付着部位は手首の位置に，その先端の歯状突起は吊り輪にかかる掌・指にたとえることができる．吊り輪は蛹クチクラのくぼみに相当する．一般には，この懸垂運動によって，頭部は上方のクチクラに押し当てられ，その力でクチクラは開裂するが，蛹殻の開裂が困難な場合には，歯状突起はきわめて効果的に作用して，積極的にクチクラの破壊を行なう．この働らきは目張り実験によって明らかとなったが，注意深く観察すると目張りをしない全く自然の蛹体でもしばしば認めることができる (fig. 5). さらに破壊の有無だけならば成虫脱出後の蛹殻でも十分判別可能である．筆者が飼育によって得た脱出殻の調査結果では，総数1000個体のうち53個体，およそ 5 %に破壊の跡が認められた．このことは野外においても，ほぼ同じ程度の割合でクチクラの破壊作用が営まれていると解釈できる．

歯状突起の発達の様子は，種や属レベルで異なっていることが明らかとなったが，機能的にきわめて効果があると判断される種類は，*Actias*, *Philosamia*, *Antheraea*, *Attacus* など，前述の （1）群に含まれるものだけであろうと思われる．（2）および（3）群については形状から推定しても，さほど有効な働らきをするとは思われない．

歯状突起の様子をみると，*Actias* のように同属でよくまとまっているグループがある一方，*Aglia tau microtau* と *Rhodinia fugax* のように異属で酷似しているものもある．一形態上の類似性が種の類縁性をどの程度示しているかはむずかしい問題であるが，ヤママユが類では最も原始的な形態を留めているといわれている *Aglia tau* に，歯状突起が存在していない事実は，歯状突起の発達と種の進化とが，多少なりとも関連があるように思われる．

種の類縁性と形態上の相違については，*Rhodinia* 属の 2 種で認められたが，両種の関係については，宮田・小山 (1973) の後頭部形態による種の類縁関係の研究の結果でも明らかにされている．その報告によれば，*R. fugax* および*R. jankowskii* の成虫の後頭部形態は全く異なっていて，前者は *Actias* に近縁であり，しかも *Actias* よりもはるかに進化した種類であるが，後者は *Aglia tau* に近縁で，*R. fugax* とは全くかけはなれた存在でおそらく別属であろうと推定されている．しかしながら，この関係は歯状突起からみるとむしろ逆で，*R.fugax* は *Aglia tau* に，

R. jankowskii は *Actias* や *Dictyoploca* などに類縁性が認められる．*Rhodinia* 属の両種は成虫の形態からみても相当かけはなれていることは明らかだが，歯状突起の形状からみると *R. j ankowskii* の方が *R. fugax* よりも進化しているように思われる．しかし，*R. jankowskii* が *R. fugax* や *Aglia tau* などのいわゆる無歯グループから分化したものなのか，もともと *Actias* などの有歯グループと系統的つながりがあるものか，進化の過程については，今のところ全く不明である．*Rhodinia* 属の系統進化についてては，さらに多方面にわたる研究が必要である．

要　約

1) 日本産オナガミズアオ *Actias selena gnoma* の前翅基部の 1Ax. (first axillary sclerite) 上に認められる歯状突起の働らきを調査した．

2) 羽化直前の成虫は頭部を蛹殻に押しつけ，その力によって蛹殻を開裂し羽化してくるが，その際歯状突起は 1Ax. の挺子運動を助ける鉤となる．

3) 蛹殻の開裂が困難な場合，歯状突起は積極的に蛹クチクラを破壊し，成虫の羽化を促がす．

4) 日本および台湾産ヤママユガ科計16種の歯状突起を調査した．その結果ウスタビガ *Rhodinia fugax fugax* およびエゾヨツメ *Aglia tau microtau* には歯状突起は認められなかった．

5) 歯状突起の形状は種或は属間の類縁性をある程度示しているように思われる．

謝辞 本報をまとめるにあたって，貴重な標本を提供された布施英明氏に厚くお礼申し上げる．

引 用 文 献

宮田 渡・小山長雄(1971) 日本産蛾類における後頭部の形態およびこれによる類縁関係の考察ースズメガ科，ヤママユガ科，イボタガ科，カイコガ科ー．日本鱗翅学会特別報告第５号：１ー27.

Sharplin. J. (1963) Wing base structure in Lepidoptera I. Fore wing base. *Canad. Ent.* 95: 1024–1050.

———(1964) Wing base structure in Lepidoptera III. Taxonomic characters. *Canad. Ent.* 96: 948–949.

Sammary

A tooth is present on the first axillary sclerite of the fore wing base in almost all the species of Saturniidae in Japan and Formosa. The *Actias* group has a strong, hook-shaped tooth. The tooth is similar to those of *Antheraea yamamai* Guérin-Menéville, *Philosamia cynthia pryeri* Butler and *Attacus atlas* Linnaeus. *Caligula boisduvalii jonasii* Butler, *Loepa katinka formosensis* Mell, *Dictyoploca japonica* Moore and *Rhodinia jankowskii hattoriae* Oberthür have a small tooth. Such a tooth does not occur in *Rhodinia fugax* Butler and *Aglia tau microtau* Inoue. The shapes of the first axillary sclerite and its tooth appear to be often a reliable generic character. However, *Rhodinia fugax fugax* differs distinctly from *R. jankowskii hattoriae* in feature, though the two species have been treated as being congeneric; in this case, the feature may represent their different evolutionary level.

The function of the tooth was observed on the adult emergence of Japanese *Actias selene gnoma* Butler. When the adult emerges, it bumps repeatedly the head against the dorsal side of head skin. On this movement, the pupal skin is torn along the dorsao-meson of vertex and thorax; the tooth being inserted in a hollow on the pupal prothoracic skin serves as a hook causing the head to be lifted. When the adult gets into trouble on the emergence on account hard pupal skin, the tooth tears up the head or wing skin into pieces.